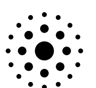
N°2 - MAI 2025

INTERVALLE



LE MAGAZINE

Raconter la science pour mieux la comprendre



UNIVERSITÉ CÔTE D'AZUR

INTERVALLE, LE PODCAST

Disponible sur toutes les plateformes d'écoute



Découvrez INTERVALLE, le nouveau podcast d'Université Côte d'Azur !

Le format podcast vous permet d'explorer de manière approfondie un sujet, en lien avec une actualité scientifique ou un enjeu de société, tout en étant accompagné par des experts scientifiques reconnus.



Science et Société d'Université Côte d'Azur
Retrouvez toutes actualités, les évènements et les ressources sur notre site interet
science-societe-cotedazur.fr

ÉDITO



À Université Côte d'Azur, le dialogue entre science et société occupe une place centrale parmi les missions de l'Université, aux côtés de la recherche, de la formation et de l'innovation. Notre objectif est clair : répondre aux grands défis contemporains en partageant toutes les formes de savoir scientifique avec l'ensemble des publics. Dans cette dynamique, le magazine INTERVALLE incarne pleinement l'ambition de notre établissement : faire rayonner la culture scientifique dans le débat public, pour placer la science au cœur des connaissances et contribuer à la formation de citoyennes et citoyens éclairés.
Ce projet s'inscrit également dans le cadre de la labellisation « Science Avec et Pour la Société (SAPS) », obtenue en 2024 par notre université et ses partenaires du site azuréen. Grâce à ce label, nous mettons en œuvre une stratégie ambitieuse visant à valoriser la recherche et les expertises scientifiques, à former à la médiation et à la démarche scientifique, et à encourager l'implication citoyenne.
Pour conclure ce second éditorial, je souhaite exprimer ma reconnaissance à toute l'équipe qui a contribué avec engagement et créativité à la réalisation de ce numéro.
Très bonne lecture à toutes et à tous !

Jeanick Brisswalter,
Président d'Université Côte d'Azur



Ces dernières décennies, dans une mondialisation avec des échanges commerciaux de plus en plus intenses, le lien entre science et innovation a été fortement mis en avant en insistant sur l'idée que de nouvelles connaissances donnaient naissances à de nouveaux objets et procédés dont la commercialisation générait croissance et prospérité. Cette image a pu faire oublier une série de caractéristiques essentielles de la science : compréhension profonde des mécanismes du monde, indépendance et intransigeance par rapport à la recherche de la vérité, émerveillement et humilité devant l'univers, nécessité de transmettre à toutes et à tous. Ce contexte nous met au défi, en tant que communauté scientifique, de porter et partager encore davantage avec vous la passion et les valeurs de la science. Ce magazine INTERVALLE, dont c'est la seconde édition, en est une magnifique illustration, saisissez-vous-en.

Laurent Counillon,
Vice-Président Recherche et Innovation d'Université Côte d'Azur



Cette année, Nice a l'honneur d'accueillir la 3ème Conférence des Nations Unies sur l'Océan, l'occasion de revenir dans ce numéro du magazine INTERVALLE sur les engagements d'Université Côte d'Azur pour agir et mobiliser l'ensemble des acteurs du territoire et au-delà, afin de conserver l'Océan et utiliser durablement les ressources marines. Pour répondre à ces défis socio-environnementaux et aux enjeux de conservation de l'Océan, Université Côte d'Azur a fait le choix depuis plus de 10 ans de favoriser les travaux interdisciplinaires, tout en impliquant l'ensemble des parties-prenantes concernées. Le dialogue science et société est primordial dans ce contexte : sauver l'Océan est l'affaire de tous !

Cécile Sabourault,
Vice-Présidente Chargée des Affaires Internationales d'Université Côte d'Azur

SOMMAIRE

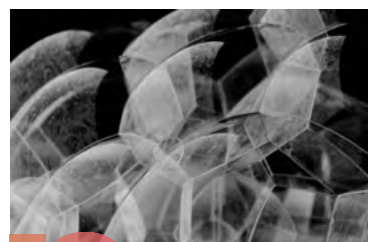
5 BONNE NOUVELLE



6 NOTRE RÉGION



MOMENT FORT 10

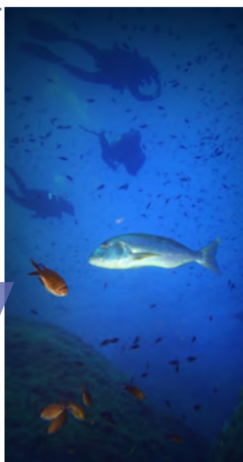


12 ACTU ILLUSTRÉE



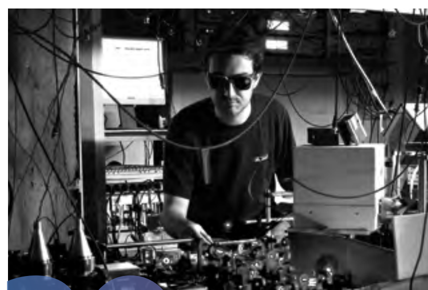
15 VOS QUESTIONS

DOSSIER 17 OCÉAN

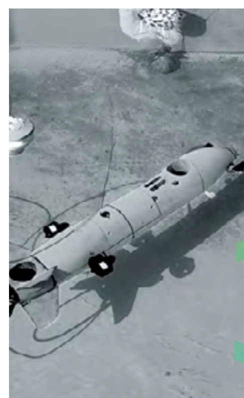




29 OPINION



30 MIEUX COMPRENDRE



INNO-VATION 32



34 HISTOIRE D'UNE RECHERCHE

36 JEUNE SCIENTIFIQUE



40 GLOSSAIRE

41 NOS INTERVENANTS

© Ragueneau & Roux

INAUGURATION DU BÂTIMENT D'INPHYNI

En 2015, Université Côte d'Azur lance un projet ambitieux : regrouper deux laboratoires de recherche, le Laboratoire de Physique de la Matière Condensée situé à Nice et l'Institut Non Linéaire de Nice situé à Sophia Antipolis, au sein d'un bâtiment unique à Nice Eco-Vallée - Plaine du Var.

L'objectif est clair : favoriser les synergies scientifiques et renforcer l'innovation dans le domaine de la physique à Nice.

Neuf ans plus tard, ce projet est devenu réalité avec l'inauguration, le 15 janvier 2025, du nouveau bâtiment de l'Institut de Physique de Nice (INPHYNI) sur le site de Nice Méridia. Conçu pour allier les performances techniques, énergétiques et environnementales, ce lieu d'excellence accueille 170 personnels dont 80 enseignants-chercheurs et chercheurs, sous la double tutelle d'Université Côte d'Azur et du CNRS.

Les travaux de recherche menés, par les 11 équipes du laboratoire, à INPHYNI, couvrent un large spectre. Les chercheurs explorent notamment les propriétés quantiques de la lumière pour mesurer la taille des étoiles avec une précision inédite, sécuriser les télécommunications ou encore accélérer les calculs haute performance. D'autres projets s'appuient sur les nanotechnologies pour améliorer la diffusion des médicaments dans le corps humain ou optimiser le recyclage des déchets.

L'excellence des travaux du laboratoire INPHYNI est régulièrement saluée et contribue au rayonnement d'Université Côte d'Azur, classée parmi les 200 meilleures mondiales en physique.

« INPHYNI est un lieu où la recherche fondamentale côtoie des applications concrètes. De la photonique à la physique quantique, en passant par la fluidique et les matériaux complexes, nos travaux visent à mieux comprendre le monde qui nous entoure et à répondre aux besoins de la société », souligne Guillaume Huyet, directeur de l'Institut de Physique de Nice.



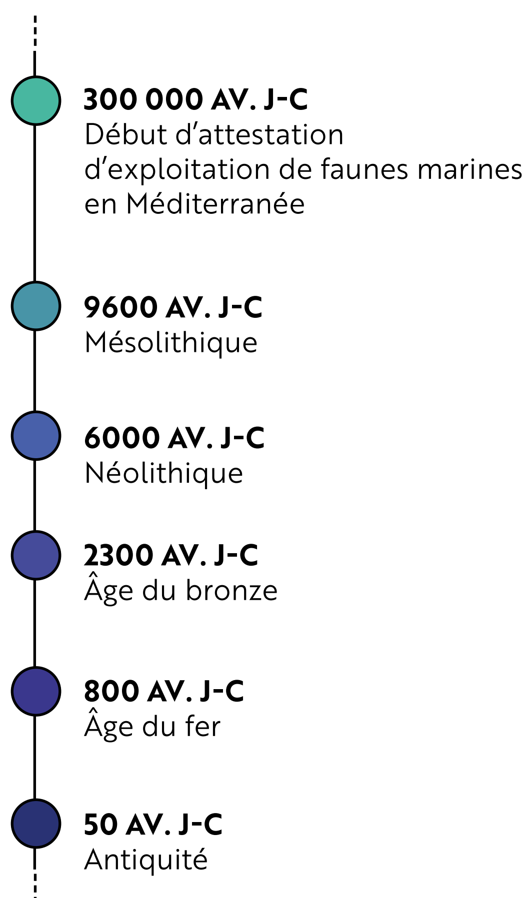
Photo de l'inauguration avec de gauche à droite : Jeanick Brisswalter, Guillaume Huyet, Alain Schuhl, Frédérique Vidal, Emmanuel Roux, Xavier Latour, Magali Altounian

UNE PLONGÉE DANS LE PASSÉ DES ÉCOSYSTÈMES MARINS MÉDITERRANÉENS

Les fresques, les récits et les vestiges archéologiques racontent une mer foisonnante de vie.
Pourtant aujourd'hui, la Méditerranée est confrontée aux effets des activités humaines et du changement climatique. Comment expliquer cette dégradation ? Et quand celle-ci a commencé ? Que nous apprennent les civilisations passées sur l'évolution des écosystèmes marins et la préservation des stocks marins ?

Tatiana Theodoropoulou, chercheuse au laboratoire Cultures & Environnements, Préhistoire, Antiquité, Moyen Age (CEPAM) avec la collaboration de chercheuses et chercheurs de laboratoires azuréens (ECOSEAS, LOV-IMEV). Elle est porteuse du programme européen MERMAID dédié à l'exploration des liens entre l'Homme et la mer et à l'analyse des traces laissées par les sociétés anciennes, de la Préhistoire à l'Antiquité.

Ce projet de recherche vise à fournir des résultats descriptifs et mesurables sur l'évolution de la biodiversité marine en Méditerranée, en explorant l'état des écosystèmes avant l'apparition des activités de pêche à grande échelle. Les chercheurs évaluent comment nos perceptions actuelles de l'état naturel des mers peuvent être biaisées par les transformations progressives survenues au fil des siècles, un phénomène connu sous le nom de changement des lignes de référence. En utilisant le registre archéofaunique, c'est-à-dire les restes d'animaux marins trouvés dans les fouilles archéologiques (squelettes de poissons, coquillages), les chercheurs tentent de remonter aux conditions naturelles des écosystèmes marins



méditerranéens et évaluent leur capacité d'adaptation face aux grandes pressions environnementales. Ils cherchent également à identifier les modes d'exploitation durables ou plus intensifs adoptés par les communautés côtières méditerranéennes.

L'équipe de Tatiana Theodoropoulou utilise des techniques comme la modélisation écologique qui permet de reconstituer les biotopes anciens. En analysant les isotopes contenus dans les squelettes de poissons retrouvés sur des sites méditerranéens, datant de la Préhistoire à l'Antiquité romaine, ils en déduisent les relations trophiques entre les espèces marines. Ces approches permettent d'identifier les périodes de stabilité et de transformation des écosystèmes méditerranéens, en corrélant les données paléoclimatiques avec les évolutions des populations marines.

Ils reconstituent aussi les stratégies de pêche des populations côtières et évaluent la part des ressources marines



Les fossiles aident à retracer l'évolution de la biodiversité marine en Méditerranée.

dans l'alimentation méditerranéenne à ces périodes. Les résultats montrent que les communautés du passé se basaient sur une variété extraordinaire de ressources marines. La pêche était locale et les principales espèces consommées étaient celles de la pêche côtière et de la pêche à pied. Bien que les grandes espèces marines, comme le thon, ont été exploitées très tôt, leur exploitation était à l'époque bien moins intensive. Cela expliquerait que la consommation de poisson est étonnamment faible dans les analyses isotopiques des squelettes humains du passé. Un vrai tournant s'est fait à l'époque romaine avec l'industrialisation des produits marins. Les ancêtres de nos boîtes de thon modernes ont été retrouvés sous la forme d'amphores qui contenaient du thon salé, transportées d'un bout de la Méditerranée à l'autre.

PLONGEZ DANS L'HISTOIRE DES MERS MÉDITERRANÉENNES !

Au-delà de ses recherches scientifiques, le programme MERMAID porté par Tatiana Theodoropoulou - en partenariat avec l'équipe du Musée de Préhistoire Terra Amata - invite le public à une véritable immersion dans le passé des mers méditerranéennes. À travers une exposition inédite, les visiteurs découvriront comment les écosystèmes marins ont évolué au fil des temps. De la montée des niveaux marins depuis la préhistoire aux impacts de l'insularité, cette exposition interactive met en lumière les découvertes récentes des équipes.

Rendez-vous du 24 avril au 29 septembre 2025 au musée de Préhistoire Terra Amata, dans le cadre de l'exposition « Des préhistoriques à la plage » !

Pour plus d'informations sur cette exposition





LA VILLE DU QUART D'HEURE : UN MODÈLE POUR TRANSFORMER LES ESPACES PÉRIURBAINS

Imaginez pouvoir tout faire à moins de quinze minutes de chez vous : aller à l'école, au travail, faire vos courses ou vous détendre dans un parc. C'est la « ville du quart d'heure ». Giovanni Fusco, chercheur au laboratoire Étude des Structures, des Processus d'Adaptation et des Changements de l'Espace (ESPACE) développe le modèle EMC2 ville compacte, maillée et évolutive pour adapter ce concept de la « ville du quart d'heure » aux zones périurbaines, souvent dépendantes de la voiture, avec comme objectif de créer des rues principales vivantes, agréables et adaptées aux piétons, avec de nombreux services de proximité.

Pour y arriver, le modèle EMC2 propose de réorganiser les grands axes routiers pour en faire de véritables rues animées. Les chercheurs ont alors tenté d'identifier des zones périurbaines qui pouvaient correspondre ou tendre vers le modèle EMC2. Pour cela, ils ont travaillé sur des bases de données telles qu'Open Street Map. La ville de Nice et ses alentours ont alors servi de terrain d'expérimentation : sur les 80 villages repérés entre le massif de l'Esterel et la frontière italienne, 44 ont une structure idéale pour ce type de recherche. Comme la ville de Drap qui correspond déjà en partie à un modèle EMC2 avec un axe principal linéaire du Nord au Sud, parallèle au fleuve du Paillon avec des logements dans les quinze minutes à pied. De plus, les rues principales qui relient les habitations et les commerces sont dynamiques et faciles à parcourir à pied.



Le modèle EMC2 propose que les services essentiels – comme les petits commerces, l'école, le travail – soient accessibles à 15 minutes, aussi dans les zones peri-urbaines.



Le modèle EMC2 se construit autour d'un axe principal qui peut se parcourir à pied.

Pour comprendre ce qui fonctionne ou non, les chercheurs utilisent plusieurs méthodes : ils analysent la forme des villes, étudient les commerces et services présents, observent la manière dont les gens se déplacent et évaluent la qualité des espaces publics. À Drap, ils ont examiné 32 rues et démontré que la présence de « façades actives » (comme des vitrines, des terrasses ou des étals), encouragent la marche et les interactions sociales. En revanche, sur certains axes, les trottoirs étroits, l'absence de pistes cyclables, peu d'arbres entraînent un déséquilibre et freinent la convivialité des espaces.

Les chercheurs vont encore plus loin en observant les comportements des passants : à quelle vitesse marchent-ils ? Prennent-ils le temps de se promener ou sont-ils pressés ? S'arrêtent-ils pour discuter ou regarder les vitrines ? En compilant ces données, ils cartographient les usages et proposent des pistes d'amélioration. Par exemple, ils suggèrent de rééquilibrer l'espace public en réduisant la place de la voiture pour créer des rues plus sécurisées et agréables pour les piétons.

L'objectif final est de créer un guide pratique destiné aux collectivités, pour les aider à repenser leurs villes et à identifier les axes avec le potentiel pour devenir des rues principales animées.

Ce projet de recherche est mené par le laboratoire ESPACE en collaboration avec les agences d'urbanisme de la Côte d'Azur et de Lille, les universités de Vienne et de Pise. Il se poursuivra jusqu'en 2026 avec des études similaires dans six autres villes européennes : Nice, Lille-Roubaix-Tourcoing, Vienne, Göteborg, Florence et Pise-Lucques-Viareggio.

Cet article a été rédigé dans le cadre du projet ANR SAPS Côte d'Azur qui assure la médiation scientifique des projets de recherche financés par l'ANR en 2022.

FICCTION
UN EFFET LEVIER POUR LES INDUSTRIES CULTURELLES ET CRÉATIVES

Le projet FICCTION – Fédération des Industries Culturelles et Créatives pour un Territoire de l'Innovation et de l'Orientation – porté par Jean-François Trubert, enseignant - chercheur au CTELA, a été désigné lauréat de la catégorie « Culture » du programme France 2030 Compétences et Métiers d'Avenir. Parmi 300 projets déposés, seuls 19 ont été retenus dont FICCTION. Une belle reconnaissance pour un projet ambitieux, qui vise à transformer en profondeur la formation et l'innovation dans les secteurs de l'audiovisuel et du spectacle vivant.

UN LANCEMENT OFFICIEL AU CAMPUS MÉLIÈS, À CANNES

Porté par Université Côte d'Azur et coordonné par le Campus des Métiers et des Qualifications d'Excellence Industries Culturelles et Créatives Provence Alpes Côte d'Azur, le projet FICCTION s'appuie sur un solide réseau de partenaires à l'échelle régionale. Il rassemble la Région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur, ainsi que les trois autres universités du territoire : Aix-Marseille Université, Avignon Université et Université de Toulon. Un diagnostic réalisé avec des entreprises partenaires telles que Provence Studios a révélé une pénurie des métiers au sein de la chaîne de production audiovisuelle.

Ainsi, le projet FICCTION vise à fédérer les universités de la région pour proposer de nouvelles formations adaptées aux besoins actuels des industries culturelles et créatives - qui créent, produisent et diffusent des biens ou services à contenus culturels ou artistiques. Le projet FICCTION comprend 27 formations incluant une licence « Arts et Métiers de l'Image », des masters, des diplômes universitaires (DU), des formations courtes, professionnalisantes et ciblées, telles que celles sur la responsabilité sociale et environnementales (RSE).

Une des actions clés du projet est aussi la création d'un observatoire des Industries Culturelles et Créatives (ICC) pour penser les ICC de demain dans la région. Il réunira les étudiants, les chercheurs et les professionnels pour comprendre, analyser et répondre aux besoins des ICC : enjeux de création, de territorialisation, de médiation, de médiatisation et de réseaux.

Le projet FICCTION a été officiellement lancé le jeudi 30 janvier 2025 sur le Campus Georges Méliès à Cannes, en présence des principaux partenaires : la Direction Régionale des Affaires Culturelles Provence-Alpes-Côte d'Azur, la Communauté d'Agglomération Cannes Pays de Lérins, des entreprises régionales spécialisées dans les industries culturelles et créatives (notamment Provence Studios et Adastra Films), ainsi que l'AFDAS, France Travail, ou encore l'INA, accompagnés de plus de soixante-dix partenaires associatifs et privés.

Ce projet a bénéficié du soutien du programme d'opération d'intérêt régional Tourisme et Industries Créatives de la Région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur et de Rising Sud, renforçant ainsi l'ancrage territorial et le rayonnement du secteur.

Pour construire un véritable écosystème régional autour des ICC, le projet FICCTION s'appuie sur un réseau de lieux déjà ancrés dans les territoires. À Avignon, par exemple, la Villa Créative joue un rôle moteur en matière d'expérimentation culturelle. Nice, avec les studios de la Victorine, offre un lien direct avec la production cinématographique. D'autres sites viennent enrichir ce maillage, comme les pôles CISAM+ à Arles et Marseille, ou IMERA et Turbulences favorisent l'interdisciplinarité entre recherche et création. À Aix-en-Provence, le CUBE et l'Hôtel Maynier d'Oppède apportent leur expertise en innovation pédagogique. Le pôle SATIS à Aubagne, spécialisé dans le son et l'image, complète cet ensemble, tout comme la plateforme Telomedia à Toulon, tournée vers les nouveaux formats numériques.


© Agglo. Cannes Lérins

Campus Méliès à Cannes dédié aux écritures créatives et aux métiers de l'image.

Ces lieux forment un ensemble de compétences et de ressources qui permet à FICCTION de rayonner à l'échelle régionale tout en restant proche des réalités locales.

UN PROJET POUR L'AUDIOVISUEL ET LE SPECTACLE VIVANT

Avec ce projet, Université Côte d'Azur et l'ensemble des partenaires confirment leur engagement en faveur des ICC. Comme le souligne Jeanick Brisswalter, président d'Université Côte d'Azur : « La sélection du projet FICCTION vient renforcer les actions menées depuis plusieurs années dans le secteur des industries créatives et culturelles. C'est une reconnaissance de notre stratégie territoriale et régionale ainsi que de notre positionnement européen et international. ». En somme, FICCTION est un tremplin pour l'avenir du secteur culturel en France. Une bonne nouvelle qui témoigne du dynamisme des acteurs de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur en matière d'innovation et de création.

LES MOUSSES LIQUIDES

UNE SCIENCE EN EFFERVESCENCE

Sur cette image prise par Antoine Monier, doctorant à INPHYNI, à l'aide d'une caméra ultrarapide capable de capturer jusqu'à un million d'images par seconde, une bulle de savon semble figée dans le temps. Le film que l'on distingue ici, 50 fois plus fin qu'un cheveu, illustre l'échelle microscopique à laquelle se déroulent des phénomènes d'une grande complexité. Grâce à cette caméra de précision, les chercheurs peuvent observer avec une netteté inégalée les interactions subtiles entre le liquide et l'air, révélant des dynamiques invisibles à l'œil nu.



LES MOUSSES LIQUIDES ET LEURS MULTIPLES APPLICATIONS

Les mousses, c'est avant tout une structure : des bulles de gaz enfermées dans un liquide, en contact les unes avec les autres. Leurs intérêts industriels sont immenses. Elles servent à l'extraction minière, où elles permettent de récupérer des métaux comme le cuivre et le fer en les capturant dans une fine pellicule de liquide. En cosmétique, elles entrent dans la composition de produits comme la mousse à raser. En décontamination, elles peuvent absorber des polluants comme le pétrole ou même nettoyer des œuvres d'art grâce à leurs capacités à encapsuler les impuretés.

La clé de ces applications réside dans la stabilité de la mousse. Pour comprendre et contrôler sa durée de vie, les chercheurs étudient les interactions entre le liquide et le gaz à l'échelle des bulles individuelles. Grâce à des caméras ultrarapides, Christophe Raufaste, chercheur à l'Institut de Physique de Nice (INPHYNI), observe les gouttes, les écoulements et les ruptures de films. Cela permet d'identifier les paramètres influençant la stabilité d'une mousse : la taille des bulles ou l'épaisseur du film tout en faisant varier la présence de surfactants, des molécules qui réduisent la tension de surface du liquide et stabilisent la mousse.

MOUSSES LIQUIDES : DE LEUR UTILISATION MULTIPLE À LA RECHERCHE FONDAMENTALE

La recherche sur les mousses ne se limite pas à la production industrielle. Elle relève aussi des grandes questions de la physique des fluides. Prenons l'écoulement du liquide au travers d'une mousse : sous l'effet de la gravité, le liquide s'écoule vers le bas, provoquant un amincissement des films et, à terme, la rupture des bulles. En observant ces processus, les chercheurs explorent la manière dont la matière s'organise à l'échelle microscopique.

En partenariat avec les universités de Bordeaux et de Paris-Saclay, des chercheurs du laboratoire INPHYNI travaillent sur ces phénomènes.
Leur projet, DRAINFILM, vise à étudier la stabilité

des bulles et des films liquides sous l'effet de forces extrêmes, comme des accélérations allant jusqu'à 50 fois la gravité terrestre. Ils combinent expériences et modélisations théoriques pour comprendre comment les forces influencent la durée de vie des films.

Une technique innovante consiste à manipuler des bulles sans bord, en utilisant la force centrifuge pour générer un écoulement contrôlé. Cela permet de voir comment le liquide migre vers certaines zones, comment les films s'amincissent et quels paramètres influencent leur rupture. En parallèle, des expériences avec des objets de différentes tailles et formes insérés dans des bulles révèlent comment leurs présences modifient la stabilité de la mousse. Cette recherche fondamentale est très liée à des phénomènes naturels. Par exemple, les animaux eux-mêmes utilisent des mousses pour protéger leur progéniture ou capturer des proies. Mieux comprendre ces structures pourrait conduire *in fine* de nouvelles technologies « bio-inspirés ».

À travers ces recherches, les scientifiques espèrent percer les secrets de la stabilité des bulles et exploiter au mieux leurs propriétés uniques. Les mousses liquides, malgré leur apparente légèreté, sont donc un sujet sérieux pour la science.

Cet article a été rédigé dans le cadre du projet ANR SAPS Côte d'Azur qui assure la médiation scientifique des projets de recherche financés par l'ANR en 2020.

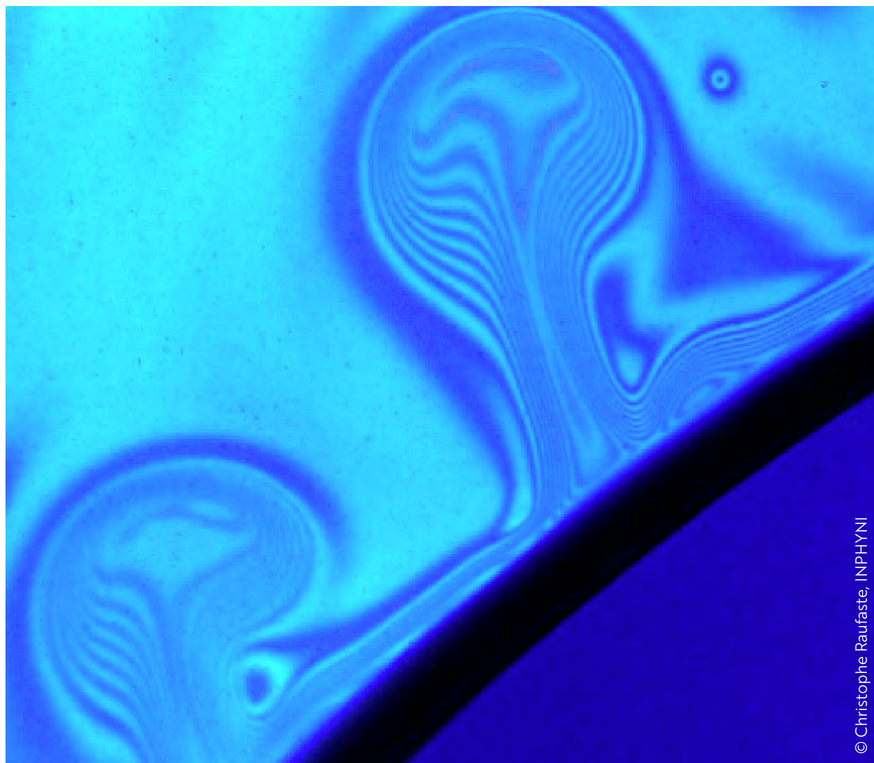


Image typique d'un film liquide soumis à la force centrifuge. On voit que le film est très hétérogène.



Zoom sur les motifs observés au sein du film au contact des particules solides

VOS QUESTIONS

Si vous pouviez poser n'importe quelle question à une chercheuse ou un chercheur, quelle serait-elle ?

Envoyez-la à : science-societe@univ-cotedazur.fr afin qu'elle apparaisse dans le prochain numéro !


© Adobe Stock

DE QUOI EST CONSTITUÉ UN OS ? PEUT-ON FABRIQUER DU TISSU OSSEUX EN LABORATOIRE AVEC UNE IMPRIMANTE 3D ?

- Julien, élève de 5e au collège Sidney Bechet à Antibes

Réponse de Claudine Blin, chercheuse et directrice du Laboratoire de Physiomédecine Moléculaire

Les os sont constitués d'environ 30% de protéines, principalement du collagène organisé en réseau (qui lui donnent souplesse et résistance), 65% de cristaux de calcium et phosphate ancrés sur le réseau de collagène (assurant leur rigidité) et d'eau. Ils contiennent les cellules qui fabriquent (ostéoblastes) et dégradent (ostéoclastes) l'os et qui régulent le remodelage osseux en réponse aux forces mécaniques. Ensemble, les cellules permettent la régénération constante des os pour qu'ils assurent une capacité de mouvement, de protection, de production de cellules immunitaires et sanguines et de stockage de calcium.

La bio-impression 3D osseuse est complexe mais prometteuse. Grâce à des encres biologiques à base d'hydrogels imitant le collagène et l'hydroxyapatite pour la partie minérale, on peut créer des structures permettant aux cellules des os d'y pousser. Il est ainsi possible de bio-imprimer des fragments de tissu osseux greffables servant de base à la régénération osseuse.



L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE VA-T-ELLE ENVAHIR NOTRE QUOTIDIEN ?

- Laura, élève de 4e

Réponse de Jonathan Courtois, doctorant au laboratoire d'électroniques, d'antennes et de télécommunications

Elle est déjà bien présente dans nos journées ! L'intelligence artificielle (IA) permet de créer des outils plus ou moins utiles, mais loin d'être parfaits : trouver son chemin, corriger nos messages, aider les médecins ou nous recommander diverses choses. C'est son développement qui s'accélère pour améliorer et diversifier les utilisations, soulevant des questions de protection des données, d'enjeux écologiques et d'éthique. La véritable intelligence reste encore entre les mains de ceux qui l'utilisent !

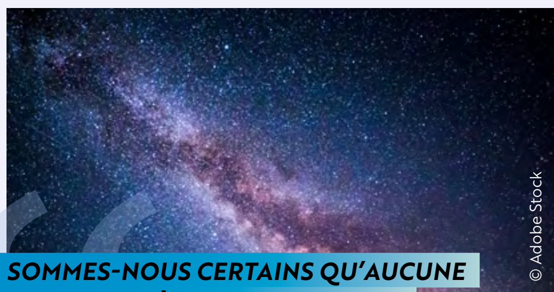


COMMENT UNE LOI EST-ELLE CRÉÉE ?

- Sarah, élève de 3e

Réponse de Florian Bosmel, doctorant au Centre d'Etudes et de Recherche en Droit des Procédures

Une loi est créée soit par des membres du Parlement, soit par le Premier Ministre. La loi proposée est étudiée par une commission permanente. Une fois adoptée par cette commission, cette loi est discutée et modifiée entre les députés et les sénateurs. L'objectif étant que les deux assemblées se mettent d'accord sur un texte unique. Si un texte unique est établi, celui-ci doit être signé par le Président de la République, après publication officielle, entrer en vigueur.



SOMMES-NOUS CERTAINS QU'AUCUNE AUTRE PLANÈTE EST HABITABLE ?

- Théo, élève de 5e au collège Sydney Bechet à Antibes

Réponse d'Olga Suarez, responsable du service d'éducation et médiation scientifique à l'Observatoire de la Côte d'Azur

On définit une planète habitable comme une planète dont la température permettrait la présence d'eau à l'état liquide, c'est-à-dire avec une température comprise entre 0 °C et 100 °C. Selon les estimations actuelles, notre galaxie, la Voie Lactée, abriterait des centaines de milliers de planètes répondant à ce critère. Cependant, il y a une grande différence entre supposer qu'une planète pourrait contenir de l'eau liquide, et confirmer qu'elle en contient. Et c'est une étape encore plus complexe d'y détecter la présence de vie. À ce jour, la Terre demeure le seul endroit connu de l'Univers où la vie a été observée, même sous ses formes les plus simples.



LES LÉGUMINEUSES PEUVENT-ELLES NOUS AIDER À MANGER MOINS DE VIANDE ?

- Mohammed, élève de seconde

Réponse d'Alexandre Boscari, chargé de recherche à l'Institut Sophia Agrobiotech

Oui, absolument ! Les légumineuses - comme les lentilles, les pois chiches et les haricots - sont d'excellentes alternatives à la viande. Elles sont riches en protéines, en fibres et en nutriments. Cependant, elles ne contiennent pas tous les acides aminés essentiels. Il est donc recommandé de les associer avec des céréales ; les céréales apportant la méthionine manquante aux protéines des légumineuses. De la même manière les légumineuses possèdent de la lysine qui manque aux protéines des céréales. En intégrant davantage de légumineuses dans votre alimentation, vous pouvez bénéficier de leur propriété santé tout en diminuant votre empreinte écologique. C'est une belle façon de manger de manière plus équilibrée et durable !

DOSSIER

OCÉAN

UNE IMMENSITÉ À EXPLORER, UN ÉQUILIBRE À PRÉSERVER

LE LITHIUM S'INVITE DANS NOS OCÉANS

Nos océans subissent de multiples pressions environnementales, principalement dues aux activités humaines qui ont des conséquences sur les écosystèmes marins. Parmi les polluants émergents, le lithium attire de plus en plus l'attention des scientifiques. Ce métal alcalin, utilisé massivement dans les batteries de nos appareils électroniques et véhicules électriques, se retrouve dans les milieux aquatiques via les rivières qui transportent les rejets industriels et urbains vers les océans. Son extraction intensive et son utilisation croissante posent des questions sur ses conséquences à long terme sur les écosystèmes marins.

Jusqu'à récemment, les études sur le lithium se concentraient principalement sur son rôle en géochimie, contribuant notamment à reconstituer l'histoire des océans et du climat grâce aux isotopes enregistrés dans les coraux et les sédiments anciens.

Nathalie Vigier, chercheuse au Laboratoire d'Océanographie de Villefranche-sur-Mer (LOV) cherche quant à elle à identifier le rôle du lithium dans les processus biologiques et plus particulièrement son impact toxicologique sur les écosystèmes marins.

DÉCRYPTER L'IMPACT DU LITHIUM SUR LA BIODIVERSITÉ MARINE

L'objectif de ses recherches est d'évaluer l'influence de la présence du lithium sur les espèces marines et côtières de ces zones. Les chercheurs ont analysé un large éventail d'organismes aquatiques, allant du phytoplancton aux poissons en passant par les bivalves comme les moules et les huîtres. Ces organismes ont été prélevés dans divers environnements, depuis des zones relativement préservées jusqu'à des zones côtières plus exposées à la pollution humaine.

Les premiers résultats de ces recherches ont pu montrer que contrairement à d'autres métaux, comme le mercure, le lithium ne s'accumule pas tout le long de la chaîne alimentaire. Ainsi, les poissons situés en haut de la chaîne alimentaire ne présentent pas des concentrations plus élevées en lithium que les organismes planctoniques, en bas de la chaîne alimentaire.
Les résultats montrent que les organismes filtreurs, tels que les moules et les huîtres, accumulent davantage le lithium. Grâce à ses premiers résultats encourageants, Nathalie Vigier a permis au projet de recherche SealLi2Bio, initialement axé sur la géochimie, de s'intéresser également aux aspects biologiques, environnementaux et médicaux associés au lithium.

MODÉLISER POUR MIEUX PRÉVOIR

Pour établir des modèles prédictifs de la pollution émergente par le lithium, les scientifiques du LOV ont travaillé à la compréhension des mécanismes de transport du lithium dans les cellules et les tissus des organismes, en collaboration avec l'équipe de Laurent Counillon chercheur au Laboratoire de Physiomédecine Moléculaire et Yann Bouret, chercheur à l'Institut de Physique de Nice. Après l'étude des flux de lithium dans les chaines alimentaires marines, des

vitesses d'absorption et d'élimination du lithium dans les cellules, les scientifiques ont pu modéliser une l'évolution temporelle de la contamination des écosystèmes marins côtiers.

Grâce à ces modèles, les chercheurs planifient d'anticiper les effets d'une augmentation du lithium dans les océans et d'évaluer sa répercussion potentielle sur la biodiversité marine à l'échelle locale et aussi globale. Ces travaux seront présentés en juin 2025 au congrès scientifique en amont de la Conférence des Nations Unies sur l'Océan (UNOC). Ils sont primordiaux pour les politiques de conservation et de gestion des milieux aquatiques, pour à adopter et limiter l'impact de cette pollution émergente.

LE LITHIUM, UN LIEN INATTENDU ENTRE SANTÉ MARINE ET SANTÉ HUMAINE

Le lithium joue également un rôle central en médecine. Depuis plusieurs décennies, ce métal est utilisé pour le traitement des troubles bipolaires, car il agit sur la régulation des neurotransmetteurs dans le cerveau. Le lithium aide à stabiliser la communication entre les cellules nerveuses en modulant la libération et la réception de certaines substances chimiques comme la sérotonine ou la dopamine, essentielles à l'équilibre émotionnel. Cependant, malgré son efficacité reconnue, à long terme, son utilisation provoque des effets secondaires sur la fonction rénale.

Le lithium se présente sous deux formes stables présentes dans la nature, appelées isotopes : le 6Li, plus léger, et le 7Li, plus lourd. Le lithium 6 étant transporté plus rapidement que le 7, des toutes petites variations de ce rapport 7Li/6Li peuvent être détectées grâce à un spectromètre de masse de haute technologie arrivé au LOV récemment. Ces analyses isotopiques fournissent des informations sur le mode de transport et le métabolisme du lithium dans les cellules vivantes. Les chercheurs continuent de déterminer les mécanismes biologiques du lithium chez les organismes marins et apportent un éclairage nouveau sur ses effets cellulaires, y compris chez l'humain. En étudiant le transport ionique du lithium, ils cherchent à mieux comprendre son influence sur les membranes cellulaires et les équilibres ioniques. Cette approche pourrait ouvrir de nouvelles perspectives pour optimiser les traitements médicaux au lithium et en réduire les effets indésirables.

En croisant la géochimie avec l'océanographie, la physique, la biologie et la médecine, les équipes de recherche qui accompagnent Nathalie Vigier espèrent fournir des outils et des pistes pour une meilleure gestion des impacts du lithium sur notre planète et sur la santé humaine.



Le lithium présent dans nos batteries et nos piles se retrouvent dans les zones côtières.

LES AIRES MARINES PROTÉGÉES

UNE PLONGÉE AU CŒUR D'UN PROJET SCIENTIFIQUE À NICE

Une aire marine protégée (AMP) c'est une zone maritime où certaines activités sont limitées ou interdites pour protéger la biodiversité. C'est comme une réserve naturelle, mais en mer. Dans ces zones, on retrouve un cœur de zone, véritable sanctuaire où aucune activité humaine n'est autorisée et des zones adjacentes où certaines activités sont permises mais encadrées. L'idée est simple : réduire l'impact humain pour permettre aux écosystèmes de se régénérer. Cela bénéficiera aussi à long terme aux artisans pêcheurs, car des stocks de poissons en bonne santé, c'est gagnant-gagnant.

LES MENACES POUR LA BIODIVERSITÉ MARINE

Les écosystèmes marins de la baie de Nice subissent de nombreuses pressions. La destruction des habitats est la menace la plus impactante car l'effet est le plus souvent irréversible. La surpêche (professionnelle ou récréative), représente une pression importante sur les ressources marines.. Les activités humaines comme la plongée, le mouillage des bateaux ou les sports nautiques ont aussi un impact. Enfin, la pollution sous toutes ses formes — hydrocarbures, plastiques, rejets chimiques — constitue une menace majeure pour la faune et la flore. Limiter ces impacts permet aux habitats marins de se régénérer et aux espèces de se reproduire en toute tranquillité.

La future aire marine protégée de la Métropole Nice Côte d'Azur partirait de l'embouchure du Var jusqu'à la limite de Nice et Villefranches-Sur-Mer. Pour créer cette AMP, la recherche est cruciale. Le laboratoire ECOSEAS est mobilisé sur plusieurs fronts.

DIAGNOSTIQUER POUR MIEUX PROTÉGER

La Métropole de Nice a constitué un conseil scientifique de l'AMP afin que les chercheurs apportent leur expertise pour définir les zones à protéger et élaborer un plan de gestion. Juristes, chimistes, biologistes et économistes travaillent main dans la main pour aboutir à un projet équilibré. Avant toute chose, il a fallu établir un


© Sylvain Roblet, ECOSEAS

Corbs, des meroux bruns et barbiers aperçus en Méditerranée



Plongeur photographiant une méduse œuf au plat.

diagnostic écologique précis. Pour cela, les chercheurs du laboratoire ECOSEAS ont plongé pour recenser les espèces présentes : macro-algues, posidonies, corail rouge, mérous… Ces observations permettent de déterminer les zones les plus sensibles à protéger.

Les chercheurs utilisent aussi des techniques innovantes pour suivre les écosystèmes comme l'analyse d'ADN environnemental pour identifier les espèces présentes dans une zone à partir de simples prélèvements d'eau. C'est un peu comme une enquête policière en version aquatique ! On prend un échantillon d'eau que l'on filtre. On peut alors récupérer des fèces, des cellules, des écailles, des végétaux… Ensuite, l'ADN est extrait et comparé aux bases de données déjà existantes. Cette technique attribue une espèce à cet ADN, avec une localisation assez précise. Bien qu'elle ne renseigne pas sur le nombre de poissons présents, elle dresse un inventaire instantané des espèces présentes. Cette méthode complète les mesures quantitatives de comptage comme les recensements visuels en plongée ou la reconnaissance automatique de poissons à partir d'images ou de vidéo, à l'aide d'algorithmes d'IA partenariat avec 3IA Côte d'Azur. En parallèle, un diagnostic socio-économique a été réalisé avec le laboratoire GREDEG afin de comprendre l'impact précis sur la biodiversité des activités humaines comme la plongée, la pêche ou le tourisme. Pour cela, des entretiens ont été menés, cette phase de concertation a donné la parole à tous : citoyens, associations et professionnels ont pu s'exprimer lors de réunions publiques et via des questionnaires. Au total, plus de 200 personnes ont participé à ces échanges.

Après cinq années de travail, les diagnostics sont terminés. La Métropole Nice Côte d'Azur déposera une demande de création d'AMP auprès de la Préfecture courant 2025. Si tout se passe comme prévu, une structure de gestion sera mise en place, avec la participation de scientifiques, d'usagers et d'entreprises.

Cette aventure scientifique et humaine est une formidable démonstration de coopération pour préserver la mer Méditerranée. Grâce à la mobilisation de tous, la baie de Nice pourrait bientôt devenir un sanctuaire pour la biodiversité marine.

ÉCONOMIE BLEUE

QUAND L'OCÉAN FAIT TOURNER L'ÉCONOMIE


© Sylvain Roblet, ECOSEAS

Au premier plan, une forêt de posidonie

Imaginez une puissance économique invisible sur les cartes, mais colossale dans ses apports. Elle se hisserait au cinquième rang mondial en termes de PIB, juste derrière les États-Unis, la Chine et le Japon. Pourtant, elle n'a ni frontière terrestre, ni capitale, car cette puissance, c'est l'océan. Si l'on additionne toutes les richesses produites grâce à l'océan, son poids économique rivalise avec celui des grandes nations. Mais ses ressources sont-elles infinies ?

L'ÉCONOMIE BLEUE, C'EST QUOI AU JUSTE ?

L'« économie bleue » désigne toutes les activités économiques liées aux océans, aux mers et aux zones côtières : pêche, aquaculture, tourisme maritime, transport de marchandises ou de passagers, production d'énergie via les éoliennes en mer ou encore extraction de ressources comme le gaz et le pétrole off-shore. En bref, l'océan est une immense source de richesses économiques.

Mais il y a un hic : toutes ces activités ne sont pas toujours durables.

Nathalie Hilmi, chercheuse au Centre Scientifique de Monaco (CSM) tente d'évaluer les impacts économiques et environnementaux de cette économie pas comme les autres. Actuellement, beaucoup d'activités liées à l'économie bleue sont dites « extractives » : on prend les ressources de la mer sans vraiment se soucier de leur renouvellement, des dommages causés et du CO2 rejeté. Si on prend une image, la terre aujourd'hui serait une baignoire pleine de CO_2, et même si l'océan en absorbe une partie, cette baignoire déborde. Il faudrait fermer le robinet pour que le niveau arrête de monter. C'est-à-dire réduire les émissions de CO_2… et on le sait cela n'est pas si simple !

Si réduire drastiquement nos émissions de CO_2 est difficile, une autre solution existe : capturer et stocker ce carbone.

C'est ce qu'on appelle le « carbone bleu », celui absorbé et stocké par les écosystèmes marins. Les forêts sous-marines de posidonies, les mangroves ou encore les marais salants jouent un rôle essentiel dans ce processus. En plus de piéger le CO_2, ces écosystèmes protègent les côtes, filtrent l'eau et favorisent la biodiversité. Ils ont même une valeur économique directe, par exemple la production de miel grâce aux abeilles attirées par les mangroves. Les chercheurs mettent au point différentes méthodes d'évaluation du potentiel de ces écosystèmes. Ils proposent l'élaboration des politiques pertinentes alors basées sur ces évaluations.

COMPRENDRE LES SERVICES DE LA NATURE POUR MIEUX LES PROTÉGER

Le concept de services écosystémiques, défini en 1997, a permis de prendre conscience que la nature rend des services à l'humanité — et que leurs valeurs ne sont pas nulles. Par exemple, l'air que nous respirons semble gratuit, mais si sa qualité se dégrade, les conséquences économiques sont bien réelles : pollution, problèmes de santé, coûts hospitaliers, baisse de productivité… autant d'impacts économiques majeurs.

Nathalie Hilmi étudie justement les impacts socio-économiques du changement climatique et de l'acidification des océans. Ses recherches démontrent que préserver les écosystèmes marins n'est pas seulement une question d'environnement : c'est aussi vital pour notre santé et pour notre économie. Elle s'intéresse notamment aux effets du méthylmercure, un contaminant qui s'accumule dans les réseaux alimentaires marins. En mer Méditerranée, ce contaminant a été identifié chez des jeunes enfants exposés aux produits de la mer et présentant des troubles neurologiques et des retards de développements. Ainsi, ses travaux établissent une corrélation entre ce problème de santé publique et les systèmes économiques.

VERS UNE ÉCONOMIE BLEUE DURABLE

Alors, est-il possible de concilier développement économique et préservation des océans ? Oui, en changeant de modèle.

Plutôt que d'exploiter sans compter, il s'agit de développer une économie générative, qui non seulement limite les impacts négatifs mais contribue activement à la régénération des écosystèmes. Cela passe par des politiques publiques ambitieuses, comme celles proposées au niveau européen avec la Politique Maritime Intégrée (PMI). Mise en place par l'Union européenne en 2007, la PMI assure une approche globale qui intègre les politiques maritimes des états membres pour garantir un développement économique tout en protégeant l'environnement marin. Cette initiative favorise la coopération entre les secteurs clés tels que le transport maritime, la pêche, les énergies renouvelables et la préservation des écosystèmes côtiers. Elle encourage également la recherche scientifique et la mise en œuvre de solutions innovantes pour concilier croissance économique et préservation des océans.

Les économistes bleus proposent aussi une solution alternative : passer par la mise en place de marchés de crédits carbone permettant de financer la restauration des écosystèmes marins et de valoriser leur rôle dans la capture du CO_2.

Ces travaux de recherche jouent un rôle clé dans l'élaboration de nouvelles solutions durables dont pourront se saisir les acteurs économiques et les décideurs politiques. Car, comme Nathalie Hilmi aime le rappeler, le bien-être humain ne peut exister sans une planète en bonne santé.



Une mangrove est un écosystème côtier unique, peuplé d'une faune riche pour la biodiversité et la capture du carbone.

PLONGÉE DANS LES PROFONDEURS

L'EXPLORATION ET LES ENJEUX DE L'OCÉAN PROFOND

L'océan profond, entre 200 et 11 000 mètres de profondeur, constitue l'un des environnements les plus mystérieux de notre planète. Ce monde silencieux et sombre représente 97% du volume total des océans. Il est essentiel à la régulation du climat global, notamment en stockant de la chaleur et du CO_2, limitant ainsi les impacts du changement climatique.

Il subit pourtant de multiples pressions : augmentation de la température, diminution de l'oxygène et du pH... La distribution des espèces affecte plus généralement l'ensemble du cycle des nutriments sur lequel peuvent reposer des activités économiques durables comme les pêcheries artisanales.

Malgré son importance, l'océan profond reste l'un des territoires les moins explorés. Les outils traditionnels pour l'étudier sont coûteux (les courantomètres ou les caméras résistantes à la pression) et complexes à déployer, freinant ainsi les découvertes à son sujet.

Une révolution technologique pourrait toutefois transformer notre compréhension des océans : la détection acoustique distribuée ou Seafloor Distribued Acoustic Sensing (DAS). Cette technologie innovante exploite les câbles sous-marins en fibre optique initialement conçus pour les télécommunications. Ces câbles, soumis aux vibrations générées par les courants océaniques, peuvent servir de capteurs extrêmement sensibles. Anthony Sladen, chercheur au laboratoire Géoazur, et son équipe de recherche, utilisent ces câbles pour scruter les profondeurs océaniques et mieux comprendre cet environnement encore méconnu.

COMMENT ÇA MARCHE ?

Les câbles sous-marins en fibre optique, utilisés pour les télécommunications, traversent des fonds marins très variés. Parfois, ces câbles reposent bien sur le sol, et sur des terrains irréguliers, certaines sections peuvent se retrouver suspendues, un peu comme un pont entre deux collines. Ces parties flottantes sont très



Les câbles de télécommunication sont posés sur le fond de nos océans.



L'océan profond reste un mystère pour les scientifiques.

sensibles aux mouvements de l'eau, comme les vibrations créées par les courants océaniques profonds. Les chercheurs utilisent cette sensibilité pour suivre la vitesse et la direction de ces courants avec une précision inégalée. Pour cela, ils ajoutent un petit boîtier électronique à l'endroit où le câble sort de l'eau. Ce boîtier capte les vibrations qui se propagent dans le câble jusqu'à ce qu'il sorte de l'eau et les transforment en données exploitables. Grâce à cette technique, plus besoin d'installer du matériel coûteux et complexe au fond de l'océan : les câbles sont déjà en place et deviennent de véritables capteurs.

LES APPLICATIONS DE LA DÉTECTION ACOUSTIQUE

Les câbles sous-marins situés en Méditerranée, comme ceux à Toulon situés à plusieurs kilomètres de profondeur, servent de laboratoire. En mesurant les vibrations captées par le DAS, les chercheurs ont pu analyser les courants océaniques avec une précision inédite. À plus de 3 000 mètres de profondeur, ces recherches ouvrent de nouvelles perspectives dans de nombreux domaines : des phénomènes invisibles comme la navigation ou le chant des baleines. Les chercheurs travaillent aussi à utiliser ces câbles pour mesurer les températures ou améliorer la détection des séismes sous-marins.

En associant infrastructures existantes et innovation technologique, le DAS ouvre une nouvelle ère pour l'exploration des océans.

Comprendre les courants profonds, analyser l'impact du changement climatique et protéger les écosystèmes marins et les fonds de nos océans sont d'autant d'enjeux cruciaux auxquels cette technologie pourra répondre.

Le potentiel de cette technologie DAS ne s'arrête pas aux océans. Un ancien doctorant de Géoazur, Daniel Mata, a créé une start-up SequoIA Analytics pour l'adapter à des usages terrestres : surveillance des routes, prévention des chutes de pierres ou observation des mouvements sismiques en milieu urbain.

NEMATOSTELLA, L'ANÉMONE DE MER
QUI DÉFIE LE VIEILLISSEMENT



Photo de Nematostella au microscope

Quand on évoque le milieu marin, on pense à la pêche, aux plages ou aux récifs colorés… Et on sait que les océans recèlent de véritables trésors… Mais aussi pour la recherche scientifique ! En observant et en étudiant la biologie des organismes vivants, les chercheurs peuvent développer de nouvelles technologies ou solutions pour répondre à des problèmes de société. C'est ce que l'on appelle la bio-inspiration, s'inspirer des fabuleuses propriétés du vivant et des organismes comme la structure ultra-résistante des diatomées, les bras préhensibles de la pieuvre, ou encore le squelette ultra-flexible, compact et solide de l'hippocampe.

Ces animaux marins ont inspiré non seulement certains édifices architecturaux, mais également des instruments de microchirurgie et de robotique médicale innovants, participant ainsi à l'amélioration de notre société. Les organismes sont également des sources riches et prometteuses de molécules bioactives qui servent aujourd'hui déjà pour la lutte contre le cancer, ou encore pour pallier les douleurs.

Ainsi, étudier les organismes marins peut avoir des intérêts culinaires, touristiques ou environnementaux, mais c'est également essentiel pour découvrir leur potentiel médical : résistances au stress, capacités régénératives, longévité extrême, molécules bioactives…

NEMATOSTELLA VECTENSIS : UNE ANÉMONE DE MER AUX SUPER-POUVOIRS

Nematostella, de son nom complet *Nematostella vectensis*, est une petite anémone de mer translucide, cousine des coraux, mesurant entre 1 et 3 cm à l'âge adulte. Elle habite dans les estuaires et les marais salants des océans de certaines zones tempérées de la planète, des environnements où la salinité et la température varient fortement. Sa petite taille et sa délicate transparence, couplées à sa tolérance exceptionnelle aux changements environnementaux et sa capacité régénérative extrême, font de cette anémone de mer un modèle de choix pour la recherche en biologie fondamentale et biomédicale. Elle se prête à de nombreuses expériences tout en n'ayant aucun impact sur les populations naturelles et l'environnement.

Ce qui rend Nematostella vraiment unique, c'est sa multitude de capacités biologiques épatantes qui défient nos connaissances d'aujourd'hui.

Tout d'abord, *Nematostella* est capable de résister à des stress qui seraient létales pour la majorité des êtres vivants, humains inclus. En effet, elle est capable de survivre pendant plus d'un an sans aucune alimentation ou même de résister à des doses d'irradiation 10 à 20 fois supérieures à la limite fatale pour les cellules humaines.

Nematostella possède aussi des capacités régénératives extraordinaires. Elle est capable de reconstituer des parties perdues de son corps, incluant sa tête, en seulement quelques jours. Lorsqu'elle est scindée en deux, deux animaux complets émergent après quelques jours suite à la régénération totale des deux parties isolées. Si elle est scindée en trois, trois animaux complets émergeront à la suite de la régénération. Les chercheurs de l'équipe d'Eric Rottinger à l'Institut de Recherche sur le Cancer et le Vieillissement de Nice (IRCAN) ont identifié un organe particulier responsable de la reproduction sexuée et de la digestion appelé mésentère, qui est essentiel pour initier la régénération en activant la division de cellules souches chez *Nematostella*.

Enfin, *Nematostella* défie les lois du vieillissement. Cultivées en laboratoire depuis plus de 30 ans, certaines *Nematostella* ne montrent toujours pas de signes apparents de vieillissement ou de maladies liées à l'âge, comme les cancers. Des résultats scientifiques qui ne sont pas encore publiés suggèrent une longévité pouvant aller jusqu'à 80 ans. Des espèces de taille et de poids comparables meurent majoritairement au bout de semaines ou mois. La longévité de *Nematostella* est aussi extraordinaire et pourrait s'expliquer par sa capacité à résister aux stress environnementaux, associée à sa capacité régénérative extrême.

Un aspect important de la biologie de cet animal, permettant d'envisager le transfert des résultats de recherche d'une anémone de mer vers des applications humaines, la proximité génétique forte de *Nematostella* partagée avec les vertébrés, humains inclus. Mieux encore, certaines structures sensorielles (ainsi que les molécules impliquées dans leur développement), présentes chez *Nematostella*, ressemblent fortement à celles de l'oreille interne humaine, ouvrant la voie à des recherches sur les troubles de l'audition. Ainsi, les découvertes à des niveaux cellulaires et moléculaires peuvent être transférées directement dans des modèles mammifères. De même, des gènes retrouvés spécifiquement dans le génome de *Nematostella*, mais qui interagissent avec des gènes également connus chez les humains, peuvent nous apporter de nouvelles opportunités thérapeutiques pour vieillir en bonne santé.

UNE PLATEFORME INNOVANTE DE RECHERCHE

Afin d'étudier *Nematostella* et comprendre son potentiel, l'équipe de recherche d'Eric Rottinger, au sein de l'IRCAN, dispose d'une panoplie d'outils technologiques et scientifiques. La plateforme ANTIAGE développe des systèmes de culture et d'expérimentation adaptés pour la recherche sur les anémones de mer et les coraux. Elle permet des conditions stables et contrôlées, par ajustements fins des paramètres physico-chimiques, comme la salinité, la température ou la lumière, assurant ainsi le bien-être des animaux.

Grâce aux techniques de modification ciblée du génome comme la technique CrispR/Cas9, les chercheurs peuvent visualiser des structures spécifiques de l'animal, par exemple son système nerveux ou musculaire, en utilisant des protéines fluorescentes. Ils peuvent ainsi observer en temps réel les processus de régénération ou de division cellulaire, et en modulant l'activité de certains gènes, comprendre comment ces molécules influencent la biologie de cet organisme.

À long terme, les objectifs de l'équipe d'Eric Rottinger sont entre autres de déterminer comment *Nematostella* échappe au processus de vieillissement et quels sont les rôles de sa capacité régénérative et de sa résistance aux stress dans sa longévité extrême de cet animal. Mais avant d'avoir de nouvelles approches thérapeutiques chez l'Homme, il faudra expérimenter sur des modèles murins afin de valider leur rôle potentiel pro-régénératif et ainsi envisager de nouvelles approches thérapeutiques pour vieillir en bonne santé.

MSC MARRES

FORMER LES EXPERTS DE L'OCÉAN DE DEMAIN

L'approche interdisciplinaire du MSc MARRES répond à un besoin croissant de professionnels dans les laboratoires, les Organisations Non Gouvernementales, les administrations et les industries.

En proposant une formation unique en son genre, ce master international façonne les acteurs de la recherche, de la conservation et de l'innovation marine de demain. Depuis son ouverture en 2018, le MSc MARRES a déjà accueilli 130 étudiants issus de 45 nationalités. Il est intégré dans plusieurs consortium Erasmus et accueille également des étudiants en échange sur un semestre. La répartition des étudiants illustre cette diversité : un tiers provient de France, un tiers des autres pays d'Europe et un tiers du reste du monde. De nombreux étudiants internationaux choisissent de rester en France pour débuter leur carrière, contribuant ainsi au secteur maritime français.



Le MSc MARRES propose trois formations adaptées aux aspirations et aux profils des étudiants et des professionnels :

- **« MSc MARRES - Science and Society »**
  Un programme en deux ans destiné aux diplômés de niveau bac+3 souhaitant combiner sciences naturelles et sciences socio-économiques appliquées à l'océan. Ce parcours prépare à une carrière dans la recherche - environ un tiers des diplômés poursuivent vers un doctorat - la conservation, le conseil en environnement, la biotechnologie ou l'entrepreneuriat.
- **« MSc MARRES - Blue Managers »**
  Un programme en 1 an, accessible au niveau master 2 ou en formation spécialisée, destiné aux professionnels souhaitant réorienter leur carrière vers le développement durable bleu. Il offre deux spécialisations : la gestion de la conservation marine et la valorisation des ressources marines via l'entrepreneuriat et l'innovation.
- **« MARRES Science Booster »**
  Une certification en ligne de 60 heures permettant d'acquérir des bases solides en écologie, biologie et océanographie. Elle sert de remise à niveau pour les futurs étudiants du parcours Science and Society et s'adresse également aux curieux souhaitant élargir leurs connaissances.

POURQUOI LE TÉLÉTRAVAIL EST-IL TOUJOURS UN SUJET DE DÉBAT ?

Anthony Hussenot est professeur des universités à Université Côte d'Azur, membre du laboratoire Groupe de Recherche en Droit, Économie et gestion (GREDEG) et codirecteur de l'équipe de recherche Alter-organizing. Ses recherches portent sur les nouvelles pratiques de travail et de management, en explorant notamment la transformation des organisations face aux mutations contemporaines.

Depuis la pandémie du Covid, le télétravail est pratiqué par 25% des actifs environ, principalement des cadres. Pourtant, il ne fait toujours pas l'unanimité du côté des chefs d'entreprises et il reste controversé. On peut s'en étonner car le télétravail ne change pas fondamentalement l'organisation des activités. Les collègues, les clients, les données, les outils, les productions restent les mêmes. La différence est qu'une partie de la production est réalisée à domicile, notamment grâce aux progrès des technologies mobiles, et que les interactions sont modifiées.

Cela ne signifie pas que le télétravail est sans risque pour les individus. Le principal est celui de l'invisibilisation : les employés à distance, notamment ceux occupant des postes d'assistance, peuvent être perçus comme de simples ressources répondant à des requêtes envoyées par mail. « Ils ne savent pas qui nous sommes et nous ne savons pas qui ils sont », me disait un jour une assistante. De plus, la difficulté de sociabilisation est plus importante pour les nouveaux arrivants et les jeunes collaborateurs.

Le télétravail peut rendre l'intégration plus difficile.

Enfin, le travail à distance peut fragiliser les salariés en rendant les licenciements plus aisés et en réduisant les chances de promotion. Cela étant, le télétravail en mode hybride (2 à 3 jours à domicile, 2 à 3 jours au bureau) peut atténuer ces risques, mais ne les élimine pas totalement.

Malgré cela, le télétravail satisfait plus de 7 personnes sur 10. D'où viennent alors les résistances au télétravail ? Des dirigeants et des managers confrontés à un bouleversement de leurs pratiques ? Historiquement basé sur le contrôle et la défiance, le management traditionnel peine à évoluer vers un mode fondé sur la confiance et l'autonomie, pourtant nécessaire au travail à distance. Cette transformation culturelle est souvent perçue par les dirigeants et les managers comme une dépossession de leur pouvoir et de leur capacité à contrôler. Le télétravail est alors accusé d'entraîner la perte de cohésion, de créativité et de productivité, bien que les recherches scientifiques contredisent en partie ces affirmations. En retour, les collaborateurs en télétravail sont souvent contraints de justifier, légitimer et mettre en scène leur activité professionnelle afin de lever les doutes des dirigeants et des managers. C'est notamment ce que montrent les travaux de recherche de Claire Estagnasié, doctorante en sciences de gestion à Université Côte d'Azur.

En fait, le problème réside souvent dans le refus d'adapter les modes de management à des collaborateurs qualifiés, qui ont le plus souvent, les connaissances et les compétences nécessaires pour être autonomes et responsables. Le débat autour du télétravail, cinq ans après son essor massif, révèle moins une transformation des pratiques de travail qu'une crise des modèles managériaux. Si les salariés plébiscitent cette organisation du travail, les dirigeants et les managers doivent encore surmonter leurs résistances culturelles pour en tirer pleinement parti.



Anthony Hussenot

LES UNITÉS : LA PRÉCISION DE LA MESURE DU TEMPS

La métrologie, ou science de la mesure, est une discipline peu connue mais essentielle à tous les domaines scientifiques ainsi qu'à notre quotidien. Derrière des outils que nous utilisons tous les jours, se cache un système complexe d'unités de mesure standardisées et reconnues internationalement.

LE RÔLE DES UNITÉS STANDARDISÉES

Autour de nous, il existe de très nombreuses unités de mesure, qui reposent toutes sur sept unités fondamentales adoptées à l'échelle internationale par la Conférence Générale des Poids et Mesures : le mètre (la longueur), le kilogramme (la masse), la seconde (le temps), l'ampère (le courant électrique), le kelvin (la température), la mole (la quantité de matière) et la candela (l'intensité lumineuse). Ces unités constituent le Système International qui garantit la cohérence globale et la comparabilité des mesures partout dans le monde. Ce système est crucial pour l'ensemble des domaines scientifiques et des applications socio-économiques. Pour maintenir la comparabilité des mesures avec une précision élevée, le Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) coordonne le système mondial de mesure, les activités dans chaque pays étant pilotées par un institut national de métrologie, le Laboratoire Nationale de métrologie et d'Essais (LNE) pour la France.

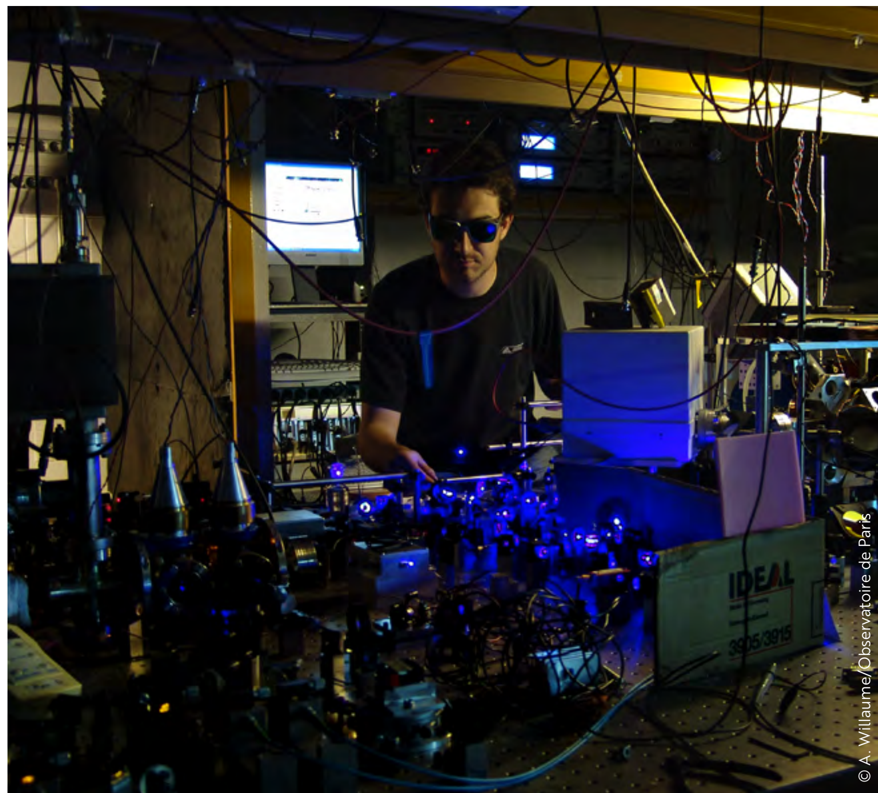
POURQUOI (RE)DÉFINIR LES UNITÉS DE MESURE ?

Les unités du SI ne sont pas figées. Elles évoluent pour suivre les avancées scientifiques, technologiques et les besoins croissants de la société, en s'appuyant davantage sur les constantes fondamentales de la nature. Par exemple, en 2018, le kilogramme a été redéfini à partir de la constante de Planck, remplaçant un artefact matériel, le kilogramme étalon jusque là conservé au BIPM. La seconde, l'unité de référence pour de nombreuses autres unités, va elle aussi connaitre une évolution similaire dans la prochaine décennie. Depuis 1967, elle est définie comme la durée de 9 192 631 770 oscillations de la transition entre deux niveaux d'énergie de l'atome de césium (horloge atomique). Cependant, cette définition a atteint ses limites. De nouvelles horloges optiques utilisent des fréquences bien plus élevées et offrent une précision jusqu'à 100 fois supérieure.

Noël Dimarcq, chercheur en métrologie au laboratoire ARTEMIS, coordonne les travaux internationaux qui déboucheront sur une nouvelle définition de la seconde basée sur des horloges optiques.

HISTOIRE ET FUTUR DE LA MESURE DU TEMPS

Pendant des siècles, la mesure du temps était basée sur l'astronomie. La rotation de la Terre a longtemps été utilisée pour définir l'unité de temps mais celle-ci est affectée par des fluctuations imprévisibles dues à des phénomènes naturels. C'est pourquoi, au milieu du XXe siècle, les horloges atomiques basées sur la physique quantique ont remplacé ces références astronomiques pour la mesure du temps. Depuis, les avancées technologiques ont permis d'améliorer constamment la précision, atteignant jusqu'à 18 chiffres pour les horloges optiques. La prochaine définition de la seconde, prévue dans la prochaine décennie, promet une précision encore inégalée. Cette avancée sera essentielle pour relever les défis de demain : tests de physique fondamentale, exploration spatiale, géodésie chronométrique, positionnement par satellites, gestion de la distribution d'énergie, nouvelles technologies de communication…



© A. Willaume/Observatoire de Paris

Horloge atomique de l'Observatoire de Paris

LA SECONDE : UNE UNITÉ AU CŒUR DE NOTRE SOCIÉTÉ

La précision temporelle est essentielle pour de nombreuses technologies modernes. Dans les systèmes de localisation par satellite (GNSS), une erreur d'une microseconde - soit un millionième de seconde - correspond à une erreur de 300 m dans le positionnement. En radioastronomie, la synchronisation des télescopes à travers le monde est indispensable pour capturer des images précises. Les réseaux de télécommunications, pour internet et la téléphonie mobile, dépendent d'une synchronisation à la microseconde près pour garantir une transmission fiable des données. Les transactions bancaires à haute fréquence et les paiements en ligne nécessitent des horodatages précis pour assurer leur validité. Dans un monde toujours plus interconnecté, une synchronisation imparfaite peut entraîner des perturbations majeures : interruptions d'internet, arrêt des transactions bancaires ou instabilité des réseaux d'énergie…

LA MÉTROLOGIE, UN TRAVAIL COLLECTIF À L'ÉCHELLE INTERNATIONALE

Derrière ces progrès, une coordination internationale est indispensable. Le BIPM, basé en France, joue un rôle central dans la comparaison des unités de mesure entre pays. Il construit l'échelle de temps universelle UTC (Temps Universel Coordonné) qui est la référence de temps à l'échelle mondiale et qui assure la diffusion de l'unité de temps, la seconde, vers les utilisateurs.

Chaque année, le 20 mai célèbre la Journée mondiale de la métrologie, labellisée par l'UNESCO. En 2025, cette date marquera un événement spécial : les 150 ans de la « Convention du Mètre », qui a jeté les bases du Système International et de la création du BIPM.

En France, à cette occasion une semaine de conférences et d'activités vont se tenir à Paris et Versailles, mettant en lumière l'importance des mesures dans notre société.

Pour plus d'informations :



NAVIGUER SOUS L'EAU : EYENAV ROBOTICS

Sur terre, mesurer sa vitesse et sa position, c'est facile ! En voiture, il suffit d'un compteur kilométrique. En vélo, on peut calculer sa vitesse avec la roue. Mais sous l'eau, c'est une autre histoire : pas de GPS, des capteurs très coûteux, une vision limitée à quelques mètres dans l'eau…

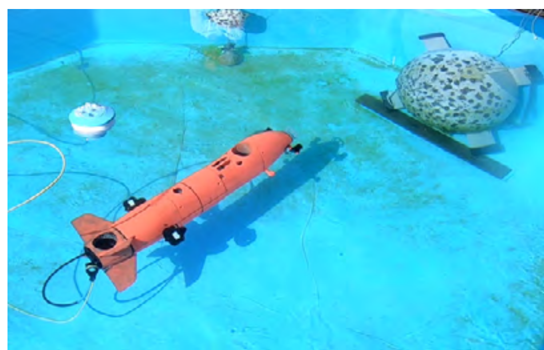
EyeNav Robotics, une start-up française fondée avec Tarek Hamel, chercheur au laboratoire d'Informatique, Signaux et Systèmes de Sophia Antipolis (I3S) en décembre 2023.

Son objectif ? Rendre les drones sous-marins plus précis et plus robustes en utilisant une combinaison inédite de capteurs visuels et de centrales inertielles système de navigation qui fournit l'orientation dans l'espace d'un objet. Contrairement aux drones aériens qui peuvent observer à des kilomètres, un robot sous-marin ne voit qu'à une quinzaine de mètres au mieux.

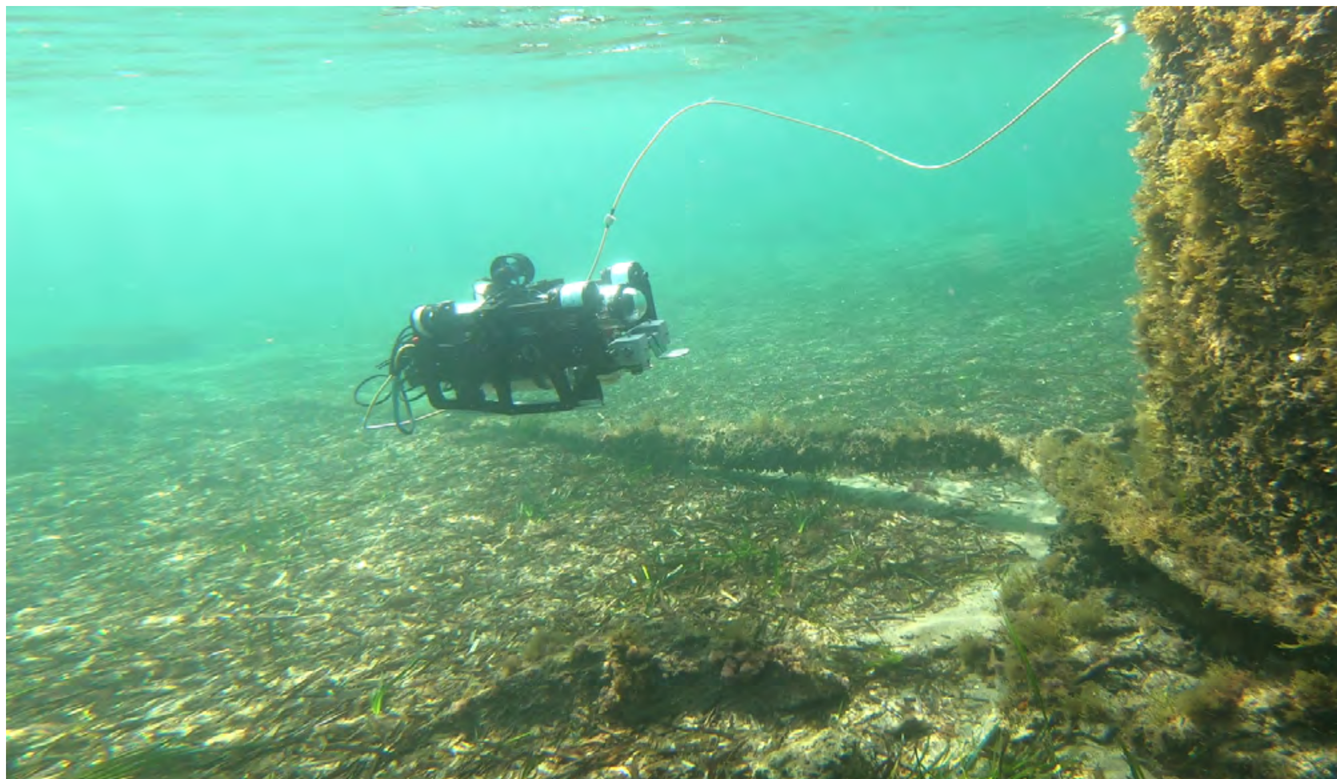
UN DÉFI SOUS-MARIN UNIQUE

Tout a commencé quand les chercheurs du laboratoire d'Informatique, Signaux et Systèmes de Sophia Antipolis (I3S) ont développé la « Théorie des observateurs », un cadre mathématique qui a permis d'obtenir des résultats novateurs pour améliorer les centrales inertielles des capteurs qui mesurent les accélérations et les rotations pour estimer le mouvement d'un objet. Jusque-là, ces centrales souffraient d'un problème majeur : la dérive. Plus un robot sous-marin les utilise longtemps, plus il perd en précision et orientation. Après avoir constaté l'intérêt de ces avancées, plusieurs entreprises ont approché les chercheurs pour exploiter ces résultats. Ils ont alors décidé de créer leur propre start-up : EyeNav Robotics.

La centrale inertielle améliorée avec le modèle mathématique a été ajouté au robot sous-marin. En plus ils les ont équipés d'une vision artificielle qui capture des images sous l'eau.



Test en bassin du prototype du robot.



Test de robot sous-marin en conditions réelles

Effectivement, les centrales inertielles, même améliorées peuvent encore commettre des erreurs. Il faut alors les compenser en analysant les images capturées sous l'eau.

La start-up ne s'est pas arrêtée là, les chercheurs ont aussi ajouté un sonar. Imaginez le sonar comme une échographie permettant de «voir» plus loin, là où les caméras atteignent leurs limites. C'est un peu comme donner au robot à la fois une oreille interne (centrale inertielle), un œil unique (caméra) et d'une «super-vision» à distance (sonar).

POURQUOI C'EST IMPORTANT ?

Les robots sous-marins peuvent alors inspecter les infrastructures sous-marines comme les pipelines, les câbles en fibre optique et les éoliennes offshore... Aujourd'hui, ces tâches exigent des plongeurs et des équipages coûteux, avec des interventions lourdes et complexes. Un robot autonome pourrait effectuer ces missions en continu et à moindre coût. Avec EyeNav Robotics, les robots peuvent se stabiliser, ou encore cartographier leur environnement avec précision. Une avancée qui change la donne pour l'exploration et la maintenance sous-marine.

En termes de sécurité, les technologies d'EyeNav Robotics peuvent aussi détecter des mines sous-marines, intercepter des véhicules hostiles ou surveiller des zones sensibles.

L'innovation continue et l'adaptabilité seront les clés de l'expansion d'EyeNav Robotics.

UN AVENIR PROMETTEUR

Aujourd'hui, EyeNav Robotics avance à grands pas. L'entreprise développe des « briques technologiques » adaptables aux différents besoins. Les enjeux sont clairs : développer des solutions à bas coûts, robustes et précises pour révolutionner la navigation sous-marine. Si l'entreprise se concentre actuellement sur les drones sous-marins, son expertise pourrait s'étendre bien au-delà. Le même principe s'applique à l'aérien, avec des solutions adaptées aux drones et aux hélicoptères, notamment pour l'apportage précis sur un navire en mouvement maritime.

En combinant mathématiques avancées, intelligence artificielle et robotique, EyeNav Robotics se positionne comme un acteur clé de la navigation autonome, un défi technologique de taille, mais une promesse d'avenir.

L’IRRÉDENTISME FASCISTE EN MÉDITERRANÉE

À la fin du XIXe siècle, l’Italie cherche à se faire une place parmi les grandes puissances. Pour cela, une politique baptisée «irrédentisme» se développe dans la jeune monarchie unifiée. Elle a pour objectif de récupérer les territoires historiquement italiens mais qui ne le sont plus. Cette idée connaît un tournant décisif avec l’arrivée au pouvoir de Benito Mussolini dans les années 1920. Le régime fasciste s’empare de cette revendication pour nourrir son ambition impérialiste, en particulier sur le pourtour Méditerranée. Vincent Sarbach-Pulicani, doctorant au Centre de la Méditerranée Moderne et Contemporaine (CMMC), cherche à éclairer les ressorts de cette politique et la manière dont elle s’est diffusée au-delà des frontières de l’Italie, notamment à travers les communautés italiennes à l’étranger.

L’histoire de l’irrédentisme italien commence bien avant l’arrivée du fascisme. Dans les années 1880, le Premier Ministre Francesco Crispi rêve de voir l’Italie devenir une grande puissance. Pour cela, il met en avant des revendications territoriales sur des régions du monde où vivent des communautés italiennes : le Trentin, l’Istrie, la ville de Trieste, la Dalmatie... Ces territoires sont perçus comme des morceaux égarés de la nation et ce discours trouve alors écho chez une population marquée par la pauvreté et l’émigration. Dès cette époque, la Méditerranée est envisagée comme un espace stratégique où s’exprime l’ambition italienne.

Dans les années 1920, sous Mussolini, cette ambition prend une autre dimension et ses revendications territoriales à la Savoie, la Corse, Nice ou encore Malte. Le dictateur rêve d’un « mare nostrum », une Méditerranée redevenue « notre mer », en référence à l’Empire Romain. L’irrédentisme devient alors une arme politique, idéologique et militaire. Mais le régime fasciste ne se contente pas d’invasions ou d’opérations diplomatiques : il met en place une stratégie de longue haleine, fondée sur la culture, l’éducation et l’endoctrinement.



Revue irrédentiste « Corsica Antica e Moderna »

UN RÉSEAU TENTACULAIRE

Entre les années 1920 et 1930, l'état fasciste crée des « maisons des Italiens » à l'étranger, véritables centres culturels et politiques. Il y diffuse journaux, revues, livres, et organise conférences, colonies de vacances et croisières. Des associations comme la société « Dante Alighieri », initialement culturelles, sont réorientées pour soutenir la cause irrédentiste. Des bourses sont même proposées à de jeunes étrangers jugés favorables au régime, pour qu'ils viennent étudier en Italie.

C'est le cas de Marcu Angeli, jeune poète corse issu du Parti corse d'Action. Aux alentours de 1930, il reçoit une bourse pour suivre des études de médecine à l'Université de Pise. Là, il se lie aux cercles fascistes et fonde la revue Corsica Antica e Moderna avec Francesco Guerri, figure de l'irrédentisme toscan. Les objectifs des consuls : convaincre les Corses de leur italianité, et les Italiens de la légitimité de leurs revendications sur l'île.

L'irrédentisme est un des axes de travail du projet Eurofa, porté par Jean-Paul Pellegrinetti et Jeremi Guedj du Centre de la Méditerranée Moderne et Contemporaine (CMMC). Il mobilise une soixantaine de chercheurs dans l'Europe. Pour comprendre comment ces réseaux ont fonctionné et quelles sont leurs influences, ils fouillent les archives diplomatiques, consulaires, locales, pour retrouver traces de cette propagande. Ces documents - lettres, rapports d'espionnage, registres d'activités — permettent de cartographier les acteurs, d'étudier leur parcours, leurs liens, et de dégager des profils types.

Ce travail de recherche s'appuie sur une base de données prosopographiques c'est-à-dire une base qui rassemble des informations précises sur des individus (parcours, relations, origines sociales...) afin d'en dégager des tendances collectives. Chaque donnée est reliée aux autres : origines sociales, études, réseaux politiques. Cela permet d'étudier les logiques de circulation des idées et des personnes, et de mieux comprendre comment une idéologie peut s'implanter dans des contextes variés. Vincent Sarbach-Pulicani, à la croisée entre histoire et humanités numériques, construit ainsi une cartographie vivante de la diffusion du fascisme dans les sociétés méditerranéennes.



« Terres irrédentes revendiquées par le régime fasciste »,
Carte réalisée par Vincent Sarbach-Pulicani dans le cadre de sa thèse.

UNE IDÉOLOGIE FACE AU RÉEL

Malgré cette propagande intense, la réalité du terrain résiste. Dans les années 1930, les consuls italiens en Corse envoient des rapports optimistes à Rome : selon eux, les Corses seraient prêts à accueillir l'armée italienne comme des libérateurs. Pourtant, en 1942 lorsque 80 000 soldats fascistes débarquent sur l'île, l'accueil est glacial. Le rêve d'une Corse italienne se heurte à la complexité des identités locales et au rejet de l'occupation.

Cette déconnexion entre la propagande et la réalité, entre l'idéologie et le vécu, est au cœur du travail de Vincent Sarbach-Pulicani. En reconstituant ces parcours, en lisant entre les lignes des lettres officielles ou des revues militantes, les chercheurs s'interrogent sur la manière dont une idéologie se fabrique, se propage... et parfois échoue.

La recherche sur l'irrédentisme fasciste permet de mieux comprendre les mécanismes de diffusion des idéologies, les stratégies mises en place pour séduire, convaincre, rallier. Elle éclaire aussi la manière dont les discours nationalistes s'adaptent aux contextes locaux, utilisent la culture, l'éducation, pour construire un récit.

Cet article a été rédigé dans le cadre du projet ANR SAPS Côte d'Azur qui assure la médiation scientifique des projets de recherche financés par l'ANR en 2021.

HYDROGÈNE : L'ÉNERGIE DU FUTUR SE RÉINVENTE !

L'hydrogène, un carburant dont on entend de plus en plus parler, propre et efficace pourrait bien remplacer nos énergies fossiles polluantes. Premier élément du tableau périodique c'est aussi le plus léger. C'est un atome simple avec un proton unique et un électron solitaire. Même si l'hydrogène est présent partout, le fabriquer de manière verte, reste autre défi. Aujourd'hui, la production de cet élément repose majoritairement sur des réactions à partir des hydrocarbures comme le méthane ou le propane ce qui n'est pas écologique...
Mais ces réactions n'ont rien d'écologique et rejettent du CO_2.

TRANSFORMER L'EAU EN HYDROGÈNE : UN VRAI TOUR DE MAGIE ?

Margaux Sanchez effectue un doctorat au Centre de recherche sur l'Hétéro-Epitaxie et ses applications (CRHEA) et a pour objectif de créer de l'hydrogène autrement. L'eau, H_2O, est composée de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène. Le but est de récupérer l'hydrogène sans utiliser d'énergies fossiles et sans polluer. Pour cela, on utilise une réaction électrochimique : l'hydrolyse. En injectant un courant électrique dans de l'eau, on décompose les molécules d'eau et on sépare l'hydrogène de l'oxygène. Mais pour que cette réaction soit efficace et peu coûteuse, il faut un matériau semi-conducteur très performant. Margaux Sanchez travaille avec un matériau nommé InGaN.

L'InGaN, ou nitrure de gallium-indium, est un matériau semi-conducteur très prometteur. Il est déjà utilisé pour les LED et les micro-LEDs, mais ici, l'objectif est de l'utiliser pour capter l'énergie du soleil et produire de l'hydrogène. Pour maximiser ses performances, les chercheurs font pousser des nanofils d'InGaN sur des plaques rondes de 5 centimètres de diamètre. Ces fils - 100 fois plus fins qu'un cheveu et en grande quantité - permettent d'augmenter la surface de réaction. En effet, plus de surface, plus d'interaction avec la lumière, et donc plus d'hydrogène produit.

UN VRAI PUZZLE ATOMIQUE

Fabriquer ces nanofils est l'un des défis majeurs, surtout pour obtenir la composition optimale d'InGaN. En effet, plus on ajoute d'indium, plus le matériau absorbe efficacement la lumière du soleil. Mais trop d'indium, et la structure devient instable. Il faut donc jouer sur les températures, la pression et la vitesse de dépôt des atomes pour obtenir un matériau de qualité.



Image utilisée par Margaux Sanchez lors de la finale azuréenne du concours « Ma thèse en 180 secondes » d'Université Côte d'Azur.

Pour déposer ces nanofils, les équipes de recherche du CRHEA utilisent une technique appelée hétéro-épitaxie : ils déposent une couche d'InGaN sur un autre matériau. Mais attention, les distances entre les atomes de chaque matériau ne sont pas les mêmes, ce qui peut créer des défauts. Pour y remédier, ils ajoutent une couche tampon qui fait le lien entre les deux matériaux.

Pour cela, Margaux Sanchez travaille ainsi à optimiser les conditions de croissance des nanofils : température, pression, flux de gaz... Chaque paramètre doit être finement ajusté. Son but est d'obtenir les échantillons les plus performants et de tester leur rendement en électrochimie, en collaboration avec l'université de Strasbourg.

Les applications sont immenses. Si l'on parvient à produire de l'hydrogène vert en grande quantité, il deviendrait possible de l'utiliser pour alimenter les voitures, les avions et d'autres moyens de transport.

Ces recherches ouvrent de nouvelles perspectives pour une production d'hydrogène plus verte. Même si la méthode n'est pas encore totalement écologique, elle nous rapproche d'un avenir plus propre. Le problème reste le stockage, l'hydrogène, difficile à compresser, doit être conservé sous haute pression.

Alors, qui sait ? Dans quelques années, peut-être que nos voitures rouleront grâce à ces minuscules nanofils d'InGaN !

Margaux Sanchez a obtenu le prix des lycéens lors de la finale azuréenne du concours « Ma thèse en 180 secondes » d'Université Côte d'Azur en avril 2025.

LES RADARS : DES YEUX ÉLECTRONIQUES QUI SCRUTENT L'INVISIBLE !

On s'attaque à une technologie qui voit tout, même dans l'obscurité : le radar ! Présent dans les avions, les voitures autonomes et même la surveillance météorologique, il fonctionne en envoyant des ondes électromagnétiques qui rebondissent sur les objets et reviennent avec des informations précieuses. Malgré ses performances impressionnantes, le radar classique a ses limites : il ne capte que dans une seule direction et nécessite des systèmes mécaniques pour être orienté. Aujourd'hui, une nouvelle technologie vient révolutionner le domaine : les Surfaces Intelligentes Reconfigurables (RIS).

C'EST QUOI UNE SURFACE INTELLIGENTE RECONFIGURABLE ?

Une RIS est un panneau composé de centaines, voire de milliers de petits carrés métalliques capables de modifier la trajectoire des ondes électromagnétiques, sans aucune pièce en mouvement.

Ces petits carrés sont constitués d'antennes, organisées en grille et fabriquées avec du cuivre sur un matériau isolant. Chaque antenne peut capter et renvoyer les ondes électromagnétiques. Ce qui rend ces surfaces si particulières, c'est leur capacité à modifier en temps réel la direction des ondes réfléchies. Pour y parvenir, le doctorant Marc-Josias Manga-Manga du Laboratoire d'Électronique, Antennes et Télécommunications (LEAT) introduit des éléments actifs, comme des diodes PIN, qui fonctionnent comme des interrupteurs : elles s'ouvrent ou se ferment selon qu'un courant les traverse ou non. Ainsi, en activant ou désactivant certaines antennes, il est possible de contrôler avec précision la direction de la réflexion des ondes.

Les principaux atouts des RIS sont leur coût de fabrication réduit par rapport aux radars traditionnels, et aussi leur capacité de fonctionner sur un large spectre d'ondes électromagnétiques, permettant d'éviter les interférences avec d'autres systèmes comme le Wi-Fi.

ET L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DANS TOUT ÇA ?

Une RIS seule, c'est bien, mais une RIS intelligente, c'est encore mieux ! Les chercheurs intègrent un circuit programmable qui permet de contrôler dynamiquement la surface et d'y ajouter des algorithmes d'intelligence artificielle.

Avec cette intelligence embarquée, la RIS pourra analyser une scène en temps réel, identifier un objet et ajuster automatiquement sa direction de réflexion pour obtenir une meilleure image. Plus besoin d'attendre ou de faire plusieurs mesures : tout est optimisé en un instant !



Antennes radars classiques, orientées mécaniquement pour détecter les objets dans son environnement.

Ces travaux de recherche pourraient jouer un rôle dans le domaine de la sécurité, par exemple, dans les aéroports, une seule RIS bien placée pourrait surveiller une grande zone, éliminant ainsi la nécessité d'installer des radars partout. En ce qui concerne l'automobile, les voitures autonomes pourraient mieux détecter les obstacles, même par mauvais temps, grâce à ces RIS.

Dans le domaine de l'imagerie, l'utilisation de plusieurs RIS permettrait d'analyser un objet sous tous les angles sans avoir à le faire tourner. Enfin, dans le domaine des télécommunications, les RIS sont considérées comme une technologie clé pour la 6G, car elles permettront d'augmenter la vitesse et la portée des réseaux sans fil.



Composants électroniques

Aujourd'hui, les premiers prototypes fonctionnent déjà et les résultats sont prometteurs. Néanmoins, il faut encore miniaturiser les composants, améliorer leur efficacité énergétique et perfectionner les algorithmes d'intelligence artificielle.

Une chose est sûre : les RIS pourraient bien révolutionner la manière dont nous utilisons les radars et les ondes électromagnétiques.

Marc-Josias Manga-Manga a participé participer à la finale azuréenne du concours « Ma thèse en 180 secondes » d'Université Côte d'Azur en avril 2025.

GLOSSAIRE

Agence Nationale de la Recherche : C'est un établissement public administratif placé sous la tutelle du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation. Elle est chargée de financer des projets de recherche, en soutenant la coopération entre opérateurs publics, ainsi qu'entre ces derniers et les entreprises.

Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) : il est le plus grand organisme public français de recherche scientifique.

Chercheur : il est recruté sur concours dans la fonction publique dans un des Organismes nationaux de Recherche pour développer et réaliser des projets de recherche.

Doctorat : c'est un passage obligé pour tout étudiant souhaitant devenir chercheur, quelle que soit sa discipline : philosophie, littérature, biologie, économie, mathématiques, sociologie ou autre. La préparation d'un doctorat se fait après un master 2 (bac+5) sur une durée de 3-4 ans. Le doctorant s'engage, sous la supervision d'un directeur de thèse, dans un projet de recherche et après la rédaction et la soutenance d'une thèse, il pourra obtenir le titre de Docteur.

Enseignant-chercheur : il est recruté sur concours dans une université et il a une double mission de développer et réaliser des projets de recherche et aussi d'enseigner aux étudiants de l'université qui bénéficient ainsi pour leur formation des dernières avancées scientifiques.

IRD : l'Institut de Recherche pour le Développement est un organisme de recherche public français pluridisciplinaire qui, depuis près de 80 ans, s'engage dans des partenariats équitables avec le pays du Sud et dans les Outre-mer français.

Inria : l'Institut National de la Recherche en Informatique et en Automatique est un organisme national de recherche dédié aux sciences et aux technologies du numériques.

INRAE : l'Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement est un organisme national de recherche œuvrant pour un développement cohérent et durable de l'agriculture, l'alimentation et l'environnement.

Inserm : l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale est un organisme national de recherche entièrement dédié à la santé humaine.

Laboratoire de recherche (ou unité de recherche) : sous la responsabilité d'un directeur d'unité identifié, il vise à mener à bien un projet scientifique disciplinaire soumis à évaluation. Il est rattaché à une ou plusieurs tutelles qui apportent des ressources financières, humaines et logistiques au laboratoire.

Organismes Nationaux de Recherche (ONR) : ce sont les structures où les activités de recherche publique sont menées. Il peut s'agir d'organismes tels que le CNRS, l'INRIA ou l'Inserm par exemple.

Post-doctorat : après avoir soutenu sa thèse, le doctorant devient chercheur postdoctorant. Il s'agit la plupart du temps d'une période transitoire avant de passer des concours pour être recruté chercheur ou enseignant-chercheur.

Thèse : il s'agit du document rédigé par un doctorant sur une thématique particulière dans le but de de devenir chercheur. Il s'agit d'adopter une démarche scientifique pour pouvoir étayer, infirmer ou confirmer une hypothèse ou une affirmation en se fondant sur des résultats de recherche, des observations et des analyses.

Université : il s'agit d'une institution d'enseignement supérieur, d'étude et de recherche.

NOS INTERVENANTS

Jean-Paul Ampuero est directeur de recherche IRD au laboratoire GEOAZUR - Université Côte d'Azur, CNRS, OCA, IRD.

Alexandre Boscari est chargé de recherche INRAE à l'Institut Sophia Agrobiotech (ISA) - Université Côte d'Azur, INRAE, CNRS.

Florian Bosmel est doctorant au Centre d'Études de de Recherche en Droit des Procédures (CERDP) - Université Côte d'Azur.

Jonathan Courtois est doctorant au Laboratoire d'Électronique, Antennes et Télécommunications (LEAT) - Université Côte d'Azur, CNRS.

Noël Dimarcq est directeur de cherche CNRS au laboratoire Astrophysique Relativiste Théorie Expérience Métrologie Instrumentation Signaux (ARTEMIS) - Université Côte d'Azur, OCA, CNRS. Il est aussi membre du Comité International des Poids et Mesures.

Giovanni Fusco est directeur de recherche CNRS au laboratoire d'Études des Structures, des Processus d'Adaptation et des Changements de l'Espace (ESPACE) - Université Côte d'Azur, CNRS, AMU, Avignon Université.

Tarek Hamel est professeur des universités à Université Côte d'Azur au laboratoire d'Informatique, Signaux et Systèmes de Sophia Antipolis (I3S) - Université Côte d'Azur, CNRS.

Nathalie Hilmi est Chargée de Recherche au Centre Scientifique de Monaco (CSM).

Anthony Hussenot est professeur des universités à Université Côte d'Azur au Groupe de Recherche En Droit, Économie et Gestion (GREDEG) - Université Côte d'Azur, CNRS, INRAE.

Marc-Josias Manga-Manga est doctorant au Laboratoire d'Électronique, Antennes et Télécommunications (LEAT) - Université Côte d'Azur, CNRS.

Daniel Mata Flores est créateur de la start-up SequoIA Analytics et ancien doctorant au laboratoire GEOAZUR - Université Côte d'Azur, CNRS, OCA, IRD.

Christophe Mocquet est directeur de la formation Master de l'Institut Fédératif de Recherche (IFR) Ressources Marines (MARRES) - Université Côte d'Azur.

Christophe Raufaste est professeur des universités à Université Côte d'Azur à l'Institut de Physique de Nice (INPHYNI) - Université Côte d'Azur, CNRS.

Eric Rottinger est directeur de recherche CNRS à l'Institut de Recherche sur le Cancer et le Vieillissement (IRCAN) - Université Côte d'Azur, INSERM, CNRS.

Cécile Sabourault est professeur des universités à Université Côte d'Azur et directrice du laboratoire Écologie et Sciences de la Conservation pour des Mers Durables (ECOSEAS) - Université Côte d'Azur, CNRS. Elle est aussi vice-Présidente Développement International et Europe.

Margaux Sanchez est doctorante au Centre de Recherche sur l'Hétéro-Epitaxie et ses Applications (CRHEA) - Université Côte d'Azur, CNRS.

Vincent Sarbach Pulicani est doctorant au Centre de la Méditerranée Moderne et Contemporaine (CMMC) - Université Côte d'Azur.

Olga Suarez est ingénieure de recherche et responsable du service d'éducation et médiation scientifique à l'Observatoire de la Côte d'Azur composante d'Université Côte d'Azur.

Tatiana Theodoropoulou est chargée de recherche CNRS au laboratoire Cultures et Environnements, Préhistoire, Antiquité, Moyen Âge (CEPAM) – Université Côte d'Azur, CNRS.

Jean-François Trubert est professeur des universités à Université Côte d'Azur au laboratoire du Centre Transdisciplinaire d'Épistémologie de la Littérature et des arts vivants (CTELA) - Université Côte d'Azur

Nathalie Vigier est directrice de recherche CNRS au Laboratoire d'Océanographie de Villefranche-sur-Mer (LOV) à l'Institut de la Mer de Villefranche-sur-Mer (IMEV) - CNRS - Sorbonne Université.



NOS SOURCES

De quoi prolonger la lecture, vérifier les informations ou creuser un sujet qui vous intrigue !

REMERCIEMENTS

Le service Science et Société tient à remercier chaleureusement les enseignantes-chercheuses et enseignants-chercheurs, les chercheuses et les chercheurs, les doctorantes et les doctorants pour leur investissement et leur disponibilité dans la réalisation de ce magazine INTERVALLE, merci !

Direction de la publication
Jeanick Brisswalter, Président d'Université Côte d'Azur
Direction éditoriale
Anne-Sophie Coldefy et Olivier Lubrano (Université Cote d'Azur)
Rédaction
Gabrielle Lefort - Service Science et Société, Direction de la Recherche, de la Valorisation et de l'Innovation
Conception et design graphique
Direction de la Communication et Marque
Crédits photos
Université Côte d'Azur | Adobe Stock
Contributeurs
Nous remercions Marc Fulconis (INRIA) et les relecteurs du magazine.

MAGAZINE GRATUIT NE PEUT ÊTRE VENDU







ISSN : 10000001105553, JANVIER 2025

UNIVERSITÉ CÔTE D'AZUR

MÉTROPOLE NICE CÔTE D'AZUR

VILLE DE NICE

FESTIVAL DES SCIENCES OCÉAN



3 ET 4 MAI 2025

10H00 - 18H00

JARDIN ALBERT 1ER

ENTRÉE LIBRE

festivaldessciences.fr

OBSERVATOIRE DE LA CÔTE D'AZUR | cnrs | INRAE | Inria | Inserm | IRD | MINES PARIS | PSL | IMEV

À NE PAS MANQUER

ACTIVITÉS EN LIEN AVEC UNOC3 À NICE

Du 3 mai au 20 juin 2025





PORTRAITS DE CHERCHEURS

Projet ANR, exposition dans les jardins de Nice





FÊTE DE LA SCIENCE DANS LES ALPES-MARITIMES

Du 3 au 13 octobre 2025

